

- 1 -

### "Tribologische Vorrichtung"

Die Erfindung betrifft eine tribologische Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Tribologische Vorrichtungen in Form von Wälzlagern finden in vielfältigen Maschinen und Geräten Einsatz. Je nach Anwendungsgebiet müssen die einzelnen Lagerkomponenten den unterschiedlichsten Anforderungen gewachsen sein.

Bei medizinischen Geräten, wie beispielsweise Zahnarzt-turbinen, liegen eine ganze Reihe von außerordentlichen Anforderungen vor. So müssen diese Lager zum einen sehr klein als sogenannte Miniaturkugellager ausgebildet sein, zum anderen jedoch sehr hohen Drehzahlen (bis ca. 500.000 U/min) Stand halten. Daher werden derartige Miniaturkugellager mit höchster Präzision gefertigt, wobei hierfür Materialien ausgewählt werden, die eine solche Präzisionsbearbeitung zulassen und hohen mechanischen Belastungen Stand halten.

Neben den vorgenannten Bedingungen ergeben sich bei vielen medizinischen Geräten wie einem Zahnarztbohrer die zusätzliche Anforderung, dass alle Komponenten thermisch äußerst stabil sein müssen. Dies wird bedingt dadurch, dass nach jeder Behandlung ein solches Gerät bei 134°C mit

- 2 -

mindestens 3 Minuten im Sattedampf bei 2 bar Dampfdruck sterilisiert wird. Die Dynamik der physikalischen Parameter, d.h. beispielsweise die zeitlichen Änderungen von Temperatur, Feuchte und Druck kann dabei extreme Ausmaße annehmen.

Daher ist man auf keramische Kugeln übergegangen, die aus Siliziumnitrid bestehen.

Gegenüber Siliziumnitrid bietet Zirkondioxid den Vorteil, dass der Elastizitätsmodul sowie die thermische Längenausdehnung von Zirkondioxid wesentlich näher an den entsprechenden Größen der metallischen Werkstoffe (z.B. korrosionsbeständiger Stahl mit Werkstoffnummer 1.4125 nach EN 10027) liegt, die üblicherweise für die übrigen Gerätekomponenten bzw. Lagerkomponenten, beispielsweise die Lagerringe, verwendet werden.

Um Zirkondioxid bei normaler Umgebungstemperatur, z.B. Raumtemperatur mit ausreichenden mechanischen Eigenschaften zu erhalten, wurde bislang  $Y_2O_3$  als stabilisierender Zusatzstoff zugesetzt. Hierdurch lässt sich wenigstens teilweise eine tetragonale Gefügestruktur als metastabiler Zustand erreichen.

Dieses Material weist jedoch den Nachteil auf, dass bei Sterilisationsbedingungen, d.h. dem Angriff von gesättigtem Heißdampf unter hoher Temperatur dieser metastabile Zustand und somit die damit verbundenen mechanischen Eigenschaften verloren gehen.

Für sterilisierbare Geräte, wie Dentalhandstücke sind daher bislang Lager unter Verwendung von Zirkondioxid nicht geeignet.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine tribologische Vorrichtung mit Wälzkörpern für den Einsatz in

sterilisierbaren Geräten, wie Dentalhandstücken, usw. vorzuschlagen, bei denen wenigstens die Oberfläche auf der Basis von Zirkondioxid aufgebaut ist.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einer tribologischen Vorrichtung der einleitend genannten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 3 gelöst.

Durch die in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen sind vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung möglich.

Dementsprechend zeichnet sich eine erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch aus, dass wenigstens die Oberfläche der Wälzkörper aus mit Zusatzstoffen stabilisiertem Zirkondioxid besteht, wobei das Zirkondioxid wenigstens teilweise eine tetragonale Struktur aufweist.

Dabei wird gemäß Anspruch 1 als Stabilisierungszusatz  $MgO$ ,  $CeO_2$  oder  $Sc_2O_3$  vorgesehen. Auch Kombinationen von zwei solchen Stoffen oder von allen drei Stoffen sind möglich, um die gewünschten mechanischen und thermischen Eigenschaften zu erzielen, wobei diese Eigenschaften heißdampfstabil ausgebildet sind, d.h. sie bleiben bei einer Vielzahl von Sterilisationsvorgängen mit Heißdampf erhalten. Je nach Zielrichtung der entsprechenden Eigenschaften sind hierbei die Mengen der zugesetzten Zusatzstoffe zu wählen. Die stabilisierenden Zusatzstoffe dienen hierbei vornehmlich dem Erhalt der tetragonalen Struktur bei Raumtemperatur.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird als Zusatzstoff  $Y_2O_3$  zur Stabilisierung tetragonaler Struktur des Zirkondioxids verwendet, wobei hierbei darauf zu achten ist, dass das Zirkondioxid eine Primärkorngröße kleiner als 300 nm, vorzugsweise kleiner als 100 nm aufweist. Der

stabilisierende Effekt wird hierbei durch die Oberflächenenergie bewirkt. Bei der Verwendung von  $Y_2O_3$  hat es sich gezeigt, dass für eine erforderliche Resistenz gegen Heißdampf in den oben angeführten Temperaturbereichen die Primärkorngröße des Zirkondioxids in der genannten Größenordnung maßgeblich ist.  $Y_2O_3$  kann dabei auch in Kombination mit einem oder mehreren der oben angeführten Zusatzstoffe verwendet werden.

Bei den anderen oben angeführten Zusatzstoffen ist eine entsprechende Auswahl der Primärkorngröße vor der Verpressung zur erfindungsgemäßen Keramik im Bereich kleiner 100 nm, vorzugsweise kleiner 300 nm zwar ebenfalls vorteilhaft, um die stabilisierenden Effekte zu verstärken, im Zusammenhang mit diesen Zusatzstoffen sind jedoch auch bei größeren Korngrößen ausreichende Ergebnisse hinsichtlich der Dampfdegradationsbeständigkeit zu erzielen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass zur Erzielung der gewünschten Temperatureigenschaften in Verbindung mit der gewünschten Materialstabilität gegenüber Heißdampf eine Kombination von Maßnahmen erforderlich ist. Eine dieser Maßnahmen besteht darin, wenigstens teilweise eine tetragonale Struktur im Zirkondioxid auszubilden. Die andere Maßnahme besteht im Einbringen von Zusatzstoffen zur Stabilisierung der tetragonalen Struktur des Zirkondioxids bei niedrigen Temperaturen, z.B. bei Raumtemperatur. Auf diese Weise ist es möglich, die erforderlichen thermischen und mechanischen Eigenschaften im Bereich des Zirkondioxids auszubilden. Erfindungsgemäße Wälzkörper sind im Rahmen der geforderten Sterilisationszeit, -temperatur, und -druck mit gesättigtem Heißdampf (3 min/ 134 °C/ 2 bar/ 100 % rel. Feuchte) ohne weiteres verwendbar, d.h. sie genügen z.B. der Norm E DIN EN 13060:2002. Sie sind darüber hinaus teilweise bis zu 450°C Bauteiltemperatur heißdampfbeständig.

Vorzugsweise weist das Zirkondioxid hierbei wenigstens zur Hälfte, bezogen auf seine Masse, eine tetragonale Struktur auf, um die positive Wirkung einer solchen Gefügestruktur verstärkt zu nutzen. Im Extremfall kann das Zirkondioxid im Wesentlichen auch vollständig in der tetragonalen Struktur vorliegen, d.h. als sogenannter TZP (Tetragonal Zirkonia Polycrystal).

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird wenigstens ein Wälzkörper vollständig aus einem erfindungsgemäßen mit Zusatzstoff stabilisierten Zirkondioxid mit überwiegend tetragonaler Struktur gefertigt, so dass eine aufwändige Verbindung zwischen einer Beschichtung und einem Substrat, die u.a. ebenfalls heißdampfbeständig und mechanisch hochstabil sein müsste, entfällt.

In einer Weiterbildung dieser Ausführungsform werden alle Wälzkörper eines Wälzlagers aus einem erfindungsgemäßen stabilisierten Zirkondioxid gefertigt. Zum einen wird hierdurch die Anzahl unterschiedlicher Komponenten für eine erfindungsgemäße Vorrichtung reduziert. Darüber hinaus ist durch die Verwendung aller Wälzkörper aus erfindungsgemäß stabilisiertem Zirkondioxid gewährleistet, dass alle Wälzkörper die entsprechende Standfestigkeit und thermische Belastbarkeit aufweisen, so dass die Belastbarkeit des Wälzlagers nicht durch einen etwaigen anders gearteten Wälzkörper beeinträchtigt wird. Darüber hinaus wird auf diese Weise zuverlässig vermieden, dass durch etwaige Dichteunterschiede der Wälzkörper Probleme beim Rundlauf auftreten.

Die erfindungsgemäßen Wälzkörper sind besonders geeignet für schnelllaufende Miniaturlagern, bei denen die Wälzkörper einen Radius von  $\leq 4$  mm aufweisen.

In einer bestimmten Ausführungsform der Erfindung werden die Wälzkörper als Kugeln ausgebildet. Dementsprechend bildet die entsprechende tribologische Vorrichtung ein Kugellager. Es ist jedoch ohne weiteres möglich, einen erfindungsgemäßen Wälzkörper auch als Rollenwälzkörper oder Nadelwälzkörper auszubilden, um ein Rollenlager oder Nadellager zu verwirklichen.

Im Falle eines Rollenlagers werden die als Wälzkörper vorgesehenen Rollen bevorzugt mit einem axialen, elliptischen oder parabolischen Randabfall versehen. Ein solcher Randabfall sorgt für einen kontinuierlichen Abfall der Belastung am axialen Randbereich, so dass hier Spannungsüberhöhungen vermieden werden. Weiterhin erleichtert ein solcher axialer Randabfall die axiale Führung der Rollenwälzkörper. Darüber hinaus ist ein solcher Wälzkörper ohne Kante leicht aus keramischem Material wie Zirkondioxid herzustellen.

Um die gewünschten thermischen und mechanischen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Wälzkörper zu erreichen, sind unterschiedliche Kombinationen von Gefügestrukturen und Mengenverhältnisse von Zusatzstoffen möglich.

So kann mit einer Zugabe von 0,5 bis 5 Gewichtsprozent  $MgO$  eine ausreichende Stabilisierung erreicht werden. Weiterhin kann durch eine Gefügeverteilung aus kubischer, tetragonaler und monokliner Struktur das gewünschte Ergebnis erreicht werden, wobei überwiegend eine tetragonale Struktur vorgesehen ist und die monokline Zirkondioxidphase weniger als 10 Gewichtsprozent ausmacht.

Weiterhin hat sich in einer besonderen Ausführungsform eine Stabilisierung des Zirkondioxids mit 8 bis 10 Gewichtsprozent  $CeO_2$  als vorteilhaft erwiesen. Bei Zugabe von  $Sc_2O_3$  hat sich eine Dosierung in Höhe von 0,5 bis 13 Molprozent bewährt.

- 7 -

Bei einer Stabilisierung mittels  $Y_2O_3$  werden gute Ergebnisse bei einer Dosierung von 0,1 bis 4,5 Gewichtsprozent in Verbindung mit den o.a. Primärkorngrößen erreicht.

Zur Verbesserung der gewünschten Eigenschaft ist es weiterhin von Vorteil, wenn das Zirkondioxid im Wesentlichen, d.h. soweit als möglich, vollständig eine tetragonale Struktur aufweist.

Weiterhin hat es sich als vorteilhaft erwiesen, einem erfindungsgemäß stabilisierten Zirkondioxid weitere Zusatzstoffe, z.B.  $Al_2O_3$  und/oder  $Cr_2O_3$ , beizufügen. Derartige Zusatzstoffe sind geeignet, die tetragonale Struktur des  $ZrO_2$  auch unter Sterilisationsbedingungen, d.h. unter Heißdampfumgebung zu stabilisieren. Hierbei wurden gute Ergebnisse mit 0,5 bis 0,9 Gewichtsprozent von einem oder beiden Stoffen erzielt, wobei dieser Zusatzstoff bzw. diese Zusatzstoffe entweder im Zirkondioxidgitter gelöst sein können oder mit dem erfindungsgemäß stabilisierten Zirkondioxid Phasen bildet.

Bevorzugt werden die Wälzkörper aus erfindungsgemäß stabilisiertem Zirkondioxid nach dem sogenannten Sol-Gel-Verfahren hergestellt. Das Sol-Gel-Verfahren stellt eine chemische Synthese von keramischen Werkstoffen unter Bildung von Sole und anschließender Umwandlung in ein Gel sowie weiterer Verarbeitung dar.

Ein anderes Verfahren zur Fertigung der Wälzkörper besteht darin, Zirkondioxid aus einem Pulver, bevorzugt mit der oben angeführten Struktur zu sintern. Das Sintern der Wälzkörper kann hierbei auf unterschiedliche Weise, beispielsweise drucklos und/oder gasdruck- und/oder heißisostatisch vorgenommen werden.

Die vorgenannten Herstellungsverfahren sind im Einzelnen in der Norm ENV 14232 beschrieben.

Mit all diesen Verfahren lassen sich erfindungsgemäße Wälzkörper herstellen, sofern den wesentlichen Merkmalen der Erfindung Rechnung getragen wird, d.h. die beschriebenen Zusatzstoffe zur Stabilisierung des Zirkondioxids beigesetzt werden und die zur Verfügung stehenden Verfahrensparameter bzw. die Auswahl des Rohmaterials so getroffen wird, dass der erforderliche Anteil an tetragonaler Gefügestruktur im fertigen Wälzkörper vorzufinden ist. Ein geringer Anteil von Verunreinigungen, z.B.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ , usw. stört dabei nicht wesentlich.

Verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren sowie tabellarisch dargestellt und werden nachfolgend näher erläutert.

Figur 1 zeigt eine perspektivische, transparente Darstellung einer Dentalturbine und

Figur 2 eine perspektivische Darstellung eines zugehörigen Kugellagers.

In Figur 2 sind die beiden Kugellager 1 und 2 beidseits des Turbinenrads im Kopf 3 des zugehörigen Dentalhandstücks zu sehen. Jedes Kugellager 1, 2 beinhaltet einen inneren Lagerring 4 sowie einen äußeren Lagerring 5, zwischen denen Lagerkugeln 6 in entsprechenden Laufbahnen laufen und in einem Lagerkäfig 7 fixiert werden. In axialer Richtung ist jedes Kugellager 1, 2 durch Abdeckscheiben 8 verschlossen.

Erfindungsgemäß werden nunmehr Lagerkugeln 6 vorgesehen, die gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 auf der Basis von



Zirkondioxid gefertigt sind. Die nachfolgend dargestellte Tabelle veranschaulicht einige mögliche Zusammensetzungen von Zirkondioxidkugeln.

ZrO<sub>2</sub>-Kugeln

<u>Lfd. Nr.</u>	<u>mol.-% Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>mol.-% CeO<sub>2</sub></u>
1	3,9 mol.-% Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1 mol.-% CeO <sub>2</sub>
2	3,5 mol.-% Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 mol.-% CeO <sub>2</sub>
3	0 mol.-% Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16 mol.-% CeO <sub>2</sub>

Die oben angeführten beispielhaft angegebenen Keramikzusammensetzungen können verwendet werden, um mit einem der beschriebenen Verfahren Lagerkugeln mit der erforderlichen Sterilisationsbeständigkeit und mechanischen Stabilität zu erzielen, wobei beim Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> die o.a. Primärkorngößen einzuhalten sind. Ein anderes Ausführungsbeispiel besteht beispielsweise darin, ZrO<sub>2</sub>-Kugeln mit 21 Gewichtsprozent CeO<sub>2</sub> und 0,6 Gewichtsprozent AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> die tetragonale Phase des Zirkondioxids zu stabilisieren.

Erfindungsgemäße Kugeln mit Durchmesser 1 mm zeigen Bruchlasten größer 200 N, je nach Zusammensetzung bis zu 400 N oder mehr.

Endbearbeitete Kugeln wurden auf 1000 bzw. 2000 Sterilisationszyklen getestet und dabei unterschiedlichen Druckbelastungen ausgesetzt. Kugeln gemäß Nr. 3 der oben angeführten Tabelle mit einem Durchmesser von 1 mm zeigten dabei einen sehr geringen Verlust an Drucklast von weniger als 5 %.

Bezugszeichenliste:

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1 | Kugellager        |
| 2 | Kugellager        |
| 3 | Kopf              |
| 4 | innerer Lagerring |
| 5 | äußerer Lagerring |
| 6 | Lagerkugel        |
| 7 | Lagerkäfig        |
| 8 | Abdeckscheiben    |

Ansprüche:

1. Tribologische Vorrichtung, insbesondere Miniaturwälzlager mit Wälzkörpern, die an Wälzbahnen abrollen, wobei wenigstens ein Wälzkörper wenigstens teilweise aus mit einem Zusatzstoff stabilisiertem Zirkondioxid besteht und das Zirkondioxid wenigstens teilweise eine tetragonale Struktur aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Oberfläche des Wälzkörpers aus mit MgO und/oder CeO<sub>2</sub> und/oder Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> stabilisiertem Zirkondioxid besteht.
2. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zirkondioxid eine Primärkorngröße kleiner als 300 nm, vorzugsweise kleiner als 100 nm aufweist.
3. Tribologische Vorrichtung, insbesondere Miniaturwälzlager mit Wälzkörpern, die an Wälzbahnen abrollen, wobei wenigstens ein Wälzkörper wenigstens an der Oberfläche aus mit Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> stabilisiertem Zirkondioxid besteht und das Zirkondioxid wenigstens teilweise eine tetragonale Struktur aufweist, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zirkondioxid eine Primärkorngröße kleiner als 300 nm, vorzugsweise kleiner als 100 nm aufweist.
4. Tribologische Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zirkondioxid wenigstens zur Hälfte bezogen auf seine Masse eine tetragonale Struktur aufweist.
5. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zirkondioxid im Wesentlichen vollständig eine tetragonale Struktur aufweist.

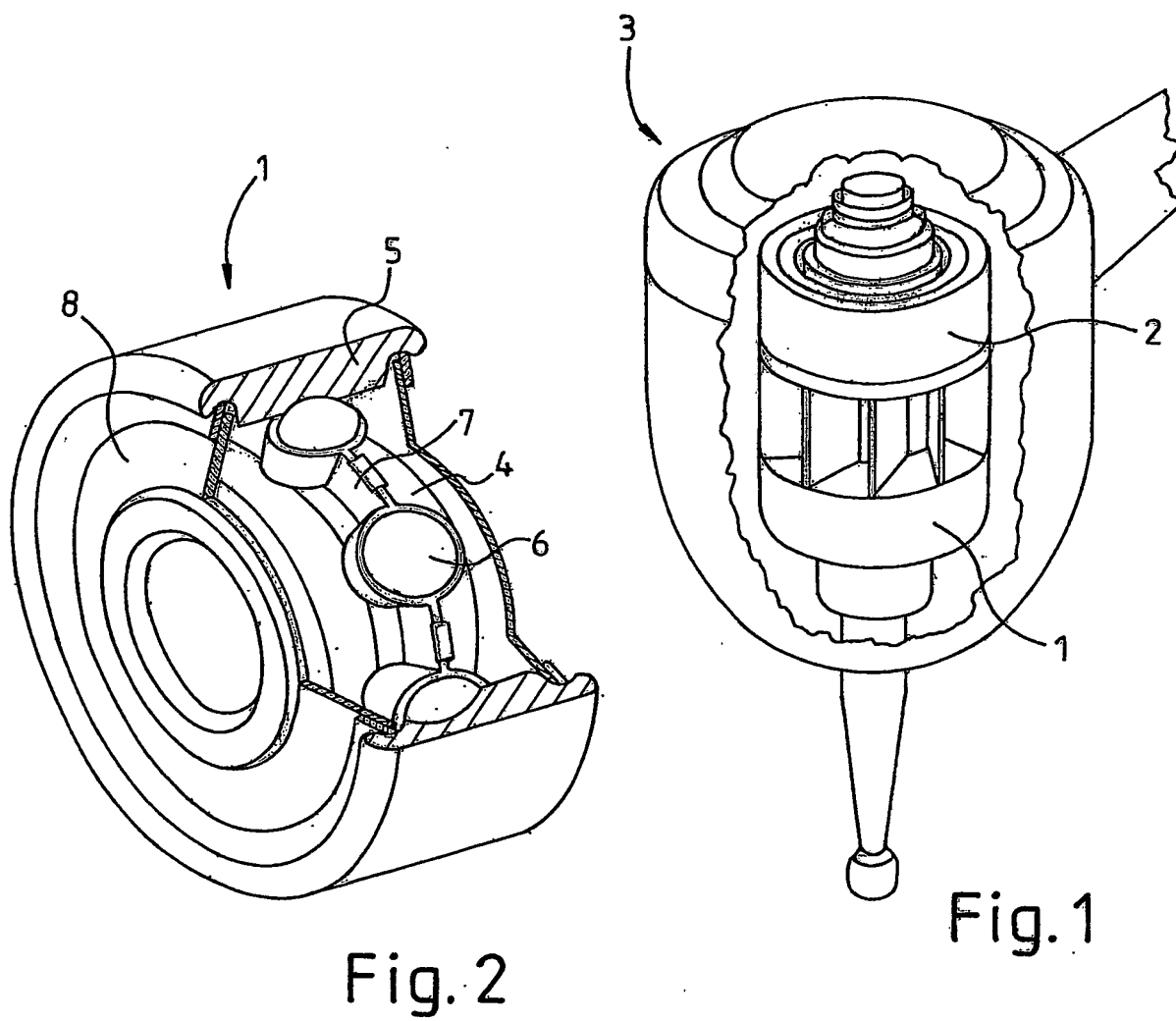
- 12 -

6. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Wälzkörper vollständig aus mit einem Zusatzstoff stabilisierten Zirkondioxid besteht.
7. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle Wälzkörper eines Wälzlagers aus stabilisiertem Zirkondioxid besteht.
8. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper einen Radius  $\leq 4$  mm aufweisen.
9. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper Kugeln sind.
10. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper Rollen oder Nadeln sind.
11. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollen einen axialen, elliptischen oder parabolischen Randabfall aufweisen.
12. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zirkondioxid mit 0,5 bis 5 Gewichtsprozent MgO stabilisiert ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zirkondioxid einen Anteil mit kubischer, tetragonaler und weniger als 10 Gewichtsprozent monokliner Zirkondioxid-Phase umfasst.
14. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zirkondioxid mit 8 bis 26 Gewichtsprozent CeO<sub>2</sub> stabilisiert ist.

- 13 -

15. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zirkondioxid mit 0,5 bis 13 Molprozent  $\text{Sc}_2\text{O}_3$  stabilisiert ist.
16. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zirkondioxyd mit 0,1 bis 4,5 Gewichtsprozent  $\text{Y}_2\text{O}_3$  stabilisiert ist.
17. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass 0,5 bis 0,9 Gewichtsprozent  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und/oder  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  zugefügt sind, wobei dieser Zusatzstoff bzw. diese Zusatzstoffe im Zirkondioxid-Gitter gelöst sind oder mit dem gemäß einem der vorgenannten Ansprüche stabilisierten Zirkondioxid Phasen bildet.
18. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper aus Zirkondioxid nach dem Sol-Gel-Verfahren hergestellt sind.
19. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper aus Zirkondioxid gesintert sind.
20. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wälzkörper drucklos und/oder gasdruck- und/oder heißisostatisch gesintert.

1/1



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002387

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F16C33/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 218 853 A (TORAY INDUSTRIES, INC) 22 April 1987 (1987-04-22)  column 3, lines 14-33 column 7, line 45 - column 9, line 20 column 12, line 57 - column 13, line 21 column 14, lines 3-38 column 31, lines 34,35,49 claims 1-6,14-16	1-20
X	US 2002/013211 A1 (TAKENAMI YUKIHIRO ET AL) 31 January 2002 (2002-01-31) paragraphs '0033!, '0036!, '0060! - '0062!, '0065!, '0066!, '0069!, '0071!; figures 1-4  -/--	1-13,16, 19,20

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 March 2005

Date of mailing of the international search report

24/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Maukonen, K

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/002387

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 33 700 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.,) 16 April 1998 (1998-04-16) page 1, lines 7-17; claims 1,5,8,9 page 5, lines 30,31,38,39 -----	1-3,14, 16
A	US 4 966 552 A (GONSER ET AL) 30 October 1990 (1990-10-30) abstract; figures 1-3 column 5, lines 43-56 -----	



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/002387

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0218853	A	22-04-1987	DE 3650137 D1	15-12-1994
			DE 3650137 T2	23-03-1995
			EP 0218853 A1	22-04-1987
			US 4742030 A	03-05-1988
			JP 1897377 C	23-01-1995
			JP 3029021 B	22-04-1991
			JP 62153163 A	08-07-1987
			KR 9500697 B1	27-01-1995
US 2002013211	A1	31-01-2002	JP 3611535 B2	19-01-2005
			JP 2002053372 A	19-02-2002
DE 19733700	A1	16-04-1998	NONE	
US 4966552	A	30-10-1990	AT 124239 T	15-07-1995
			CA 2030806 A1	09-11-1990
			DE 69020489 D1	03-08-1995
			DE 69020489 T2	09-11-1995
			EP 0423313 A1	24-04-1991
			JP 4500477 T	30-01-1992
			MX 172281 B	10-12-1993
			WO 9014049 A1	29-11-1990

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002387

## A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F16C33/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 218 853 A (TORAY INDUSTRIES, INC) 22. April 1987 (1987-04-22)  Spalte 3, Zeilen 14-33 Spalte 7, Zeile 45 - Spalte 9, Zeile 20 Spalte 12, Zeile 57 - Spalte 13, Zeile 21 Spalte 14, Zeilen 3-38 Spalte 31, Zeilen 34,35,49 Ansprüche 1-6,14-16	1-20
X	US 2002/013211 A1 (TAKENAMI YUKIHIRO ET AL) 31. Januar 2002 (2002-01-31) Absätze '0033!, '0036!, '0060! - '0062!, '0065!, '0066!, '0069!, '0071!; Abbildungen 1-4  ----- -/-	1-13,16, 19,20



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. März 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/03/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Maukonen, K

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 33 700 A1 (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.), 16. April 1998 (1998-04-16) Seite 1, Zeilen 7-17; Ansprüche 1,5,8,9 Seite 5, Zeilen 30,31,38,39 -----	1-3,14, 16
A	US 4 966 552 A (GONSER ET AL) 30. Oktober 1990 (1990-10-30) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Spalte 5, Zeilen 43-56 -----	

# INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/002387

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0218853 A	22-04-1987	DE 3650137 D1	15-12-1994
		DE 3650137 T2	23-03-1995
		EP 0218853 A1	22-04-1987
		US 4742030 A	03-05-1988
		JP 1897377 C	23-01-1995
		JP 3029021 B	22-04-1991
		JP 62153163 A	08-07-1987
		KR 9500697 B1	27-01-1995
US 2002013211 A1	31-01-2002	JP 3611535 B2	19-01-2005
		JP 2002053372 A	19-02-2002
DE 19733700 A1	16-04-1998	KEINE	
US 4966552 A	30-10-1990	AT 124239 T	15-07-1995
		CA 2030806 A1	09-11-1990
		DE 69020489 D1	03-08-1995
		DE 69020489 T2	09-11-1995
		EP 0423313 A1	24-04-1991
		JP 4500477 T	30-01-1992
		MX 172281 B	10-12-1993
		WO 9014049 A1	29-11-1990